DOI 10.58351/2949-2041.2025.22.5.020

Абдурахманова Айсалкын Куштаралиевна
Магистр, Сургутский государственный университет
Abdurakhmanova Aysalkyn Kushtaralievna, Surgut State University

Бикмухаметова Лариса Мансуровна
старший преподаватель, Сургутский государственный университет
Bikmukhametova Larisa Mansurovna, Surgut State University

Болотнов Владимир Петрович, к. геогр. н., доцент
Сургутский государственный университет
Bolotnov Vladimir Petrovich, Surgut State University

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ Г. СУРГУТА
ASSESSMENT OF AIR POLLUTION USING SCOTS PINE IN SURGUT

Аннотация: В работе представлена оценка загрязнения воздуха с использованием сосны обыкновенной в городе Сургуте Ханты-Мансийского автономного округа в 2022 году.

Abstract: The paper presents an assessment of air pollution using Scots pine in the city of Surgut, Khanty–Mansiysk Autonomous Okrug in 2022.

Ключевые слова: загрязнение, атмосферный воздух, нормативные показатели, город, Ханты-Мансийского автономного округа.

Keywords: pollution, atmospheric air, regulatory indicators, city, Khanty-Mansiysk Okrug – Yugra.

Сургут – относительно молодой город нефтегазоносной территории Ханты-Мансийского автономного округа. Как и все северные города – он отличается большой плотностью жилых построек. Незначительные по площадям озелененные участки испытывают негативное влияние со стороны транспорта, количество которого возрастает.

В работе представлена экспресс – оценка загрязнения воздуха с использованием сосны обыкновенной, которая сохранилась с периода освоения территории города.

Характеристика исследуемых участков

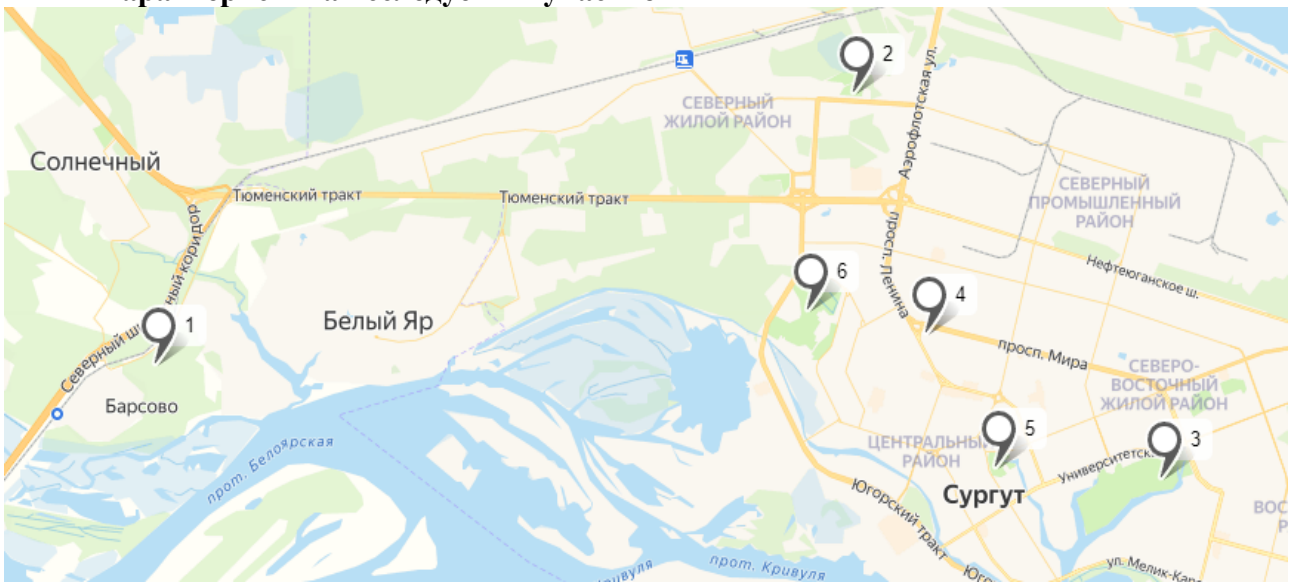

Рис. 1. Схема расположения пробных участков (1 – п. Барсово, 2 – парк «Новые ключи», 3 – парк «За Саймой», 4 – сквер «Молодежный», 5 – сквер «Старожилов Сургута», 6 – парк «Кедровый лог»)

На рисунке 1 представлена схема расположения исследуемых участков.

Для работы выбраны пробные площадки на территории городских и лесопарковых зон г. Сургута. Камеральная обработка данных проведена на базе лаборатории «Сургутского государственного университета». В ходе исследования отобраны пробы хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с озелененных участков города, таких как парки и скверы, а также в лесу вблизи поселка Барсово, расположенного вне зоны прямого воздействия урбанизированной территории г. Сургута, который рассматривался в качестве условно фоновой.

Методика определения пылевой нагрузки на растительные образцы

При анализе пылевой нагрузки использовались общепринятые методики [1,2]. Пылевую нагрузку в виде твердых взвешенных частиц, осаждаемых на поверхности хвои как непосредственно из атмосферного воздуха, так и с осадками на растениях, определяют путем сбора хвои с деревьев. На высоте 1-1,5 м. срывают по 100-200 хвоинок и помещают в чистую стеклянную герметичную тару. Растительные образцы заливают дистиллированной водой, затем тщательно смывают пыль с поверхности хвои, многократно встряхивая банки. Воду фильтруют через предварительно высушенный до постоянного веса при 105 °С взвешенный бумажный фильтр, затем проводят высушивание фильтра и взвешивание массы осадка после сушки. В результате получается массу пыли на обмытой поверхности растительных образцов.

Сразу же после смыва пыли подсчитывается число обмытых хвоинок ($П_i$) вычисляется площадь обмытой единичной поверхности растительных образцов (S_i). И далее рассчитываются поверхность обмытых хвоинок по формуле 1:

$$S = S_i \times П_i \quad (1),$$

где S_i – площадь одной хвоинки, $П_i$ – количество хвоинок.

Зная массу осажденных твердых (пылевых) частиц и площадь обмытой поверхности хвоинок, определяется количество осаждаемой пыли на 1 м^2 поверхности хвои.

Биоиндикацию чистоты атмосферы проводят по внешнему осмотру хвои сосны. Вся хвоя делится на три группы (неповреждённая хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания), подсчитывается количество хвоинок в каждой группе (Рис.1.). Выделяется количество хвоинок 1-3 класса повреждения (некроза) и 1-4 класса усыхания.

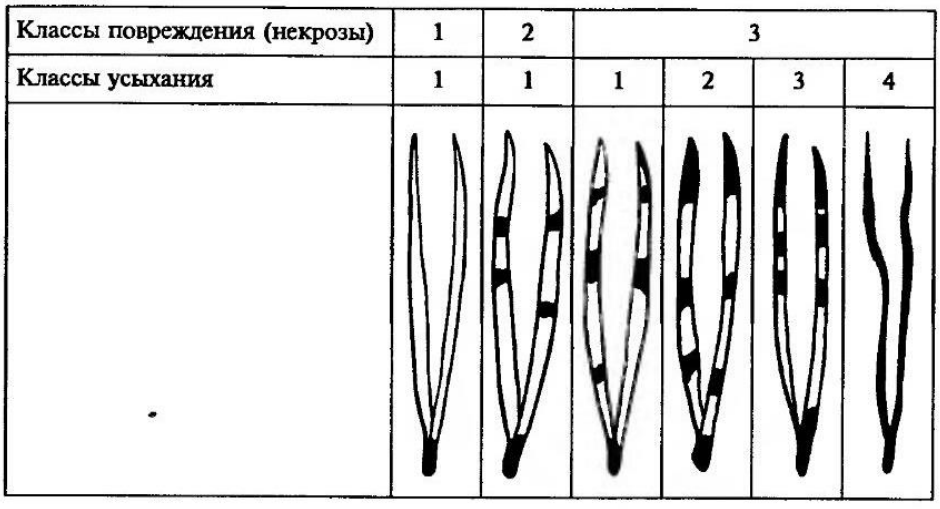

Рис. 1. Классы повреждения и усыхания хвои [1].

Для определения количества осаждаемых твердых частиц на поверхности хвои вычисляется площадь хвоинок (S_i). И далее рассчитывается поверхность обмытых хвоинок по формуле 1.

Зная массу осажденных твердых (пылевых) частиц и площадь обмытой поверхности хвоинок, определяется количество осаждаемой пыли на 1 м^2 поверхности хвои.

Данные заносят в таблицу и делают вывод о загрязнении атмосферы в исследуемом районе.

Максимальный возраст хвои	Класс повреждения хвои на побегах второго года жизни		
	1	2	3
4	I	I–II	III
3	I	II	III–IV
3	II	III	IV
2	–	IV	IV–V
2	–	IV	V–VI
1	–	–	VI

Примечание: «–» – невозможные сочетания.

I – воздух идеально чистый; II – чистый; III – относительно чистый («норма»); IV –загрязненный («тревога»); V – грязный («опасно»); VI – очень грязный («вредно»).

Рис. 2. Распределение хвои по классам усыхания, (%)

Результаты исследований

В таблице 1 представлены данные по содержанию твердых веществ на поверхности хвои сосны обыкновенной.

Таблица 1

Содержание твердых веществ на поверхности хвои сосны обыкновенной

№ ПП	Точки отбора проб	вес осадка, мг	Si, м^2	S, м^2	кол-во пыли на 1 м^2, мг/м^2
1	п. Барсово	0,00270	0,00013	0,01250	0,215±0,054
2	парк «Новые ключи»	0,00270	0,00013	0,01250	0,132±0,040
3	парк «За Саймой»	0,00157	0,00012	0,01177	0,134±0,006
4	сквер «Молодежный»	0,00613	0,00020	0,01937	0,317±0,095
5	сквер «Старожилов Сургута»	0,00610	0,00025	0,02507	0,244±0,014
6	парк «Кедровый лог»	0,00430	0,00016	0,01607	0,270±0,052

На рисунке 3 представлен график содержания твердых веществ на поверхности хвои.

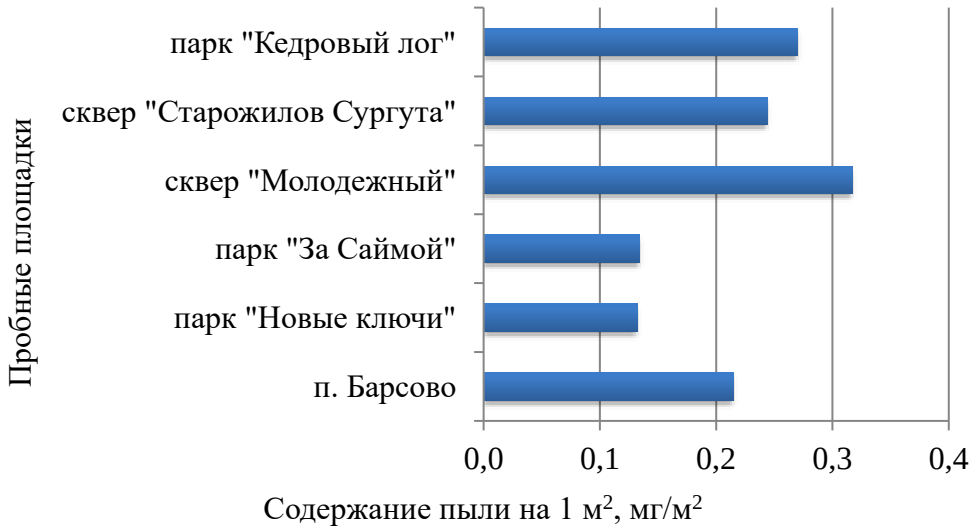

Рис. 3. Содержание твердых веществ на поверхности хвои сосны обыкновенной

Наименьшее количество пыли оказалось на хвое, отобранной в парке «Новые ключи» (0,132 мг/м^2). Наибольшее же количество пыли оказалось на поверхности хвои сквера «Молодежный» (0,317 мг/м^2), что в 2,4 раза больше, чем в наименее загрязненном пылью участке. И в 1,5 раз больше, чем в условно фоновом участке. Такие данные могут быть связаны

с местоположением точек отбора проб растительных образцов. Сквер «Молодежный» расположен в центральной части города и окружен крупными автомагистралями, уровень пылевой нагрузки на данном участке может быть выше в сравнении с другими зелеными зонами города.

При анализе данных хвои четко выделяется преобладание хлорозов и некрозов 1-х групп, т.е. повреждения и усыхания практически отсутствуют (рис. 9а, 9б). На пробных площадках: парк «за Саймой», сквер «Молодежный, сквер «Старожилов Сургута» преобладают некрозы (35-59 %) и хлорозы (73-88 %) 1 класса, однако их процентное значение существенно ниже, чем на остальных участках. Исключением является сквер «Старожилов Сургута», где преобладает процент некрозов 2 класса (47 %). На участках также имеются некрозы (9-18 %) и хлорозы (1-4 %) 3 класса, что говорит о высокой степени загрязнения данных точек. С помощью таблицы на рисунке 10, можно дать оценку чистоты воздуха трех наиболее загрязненных парков – «загрязненный и грязный» воздух.

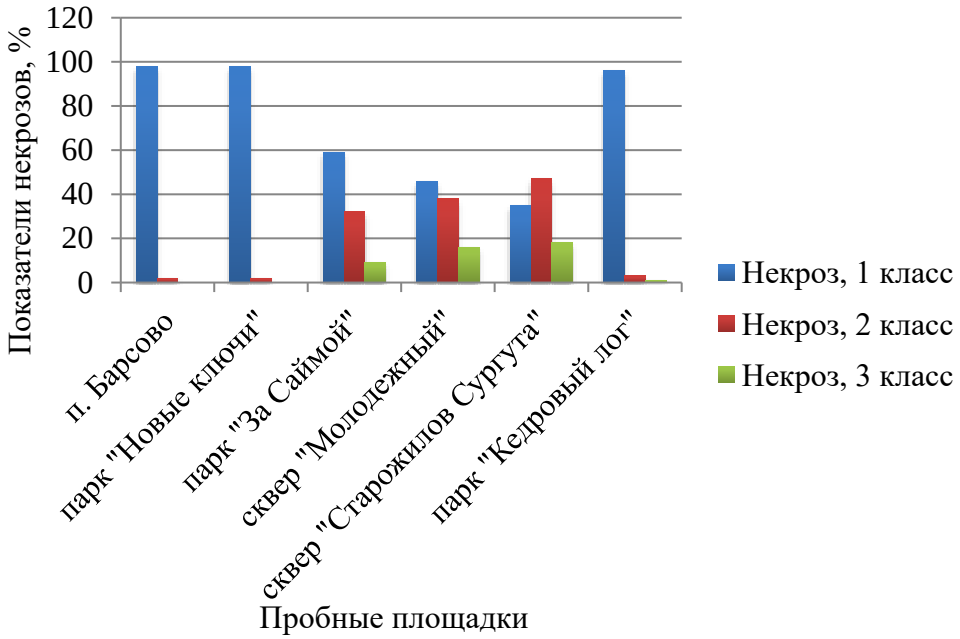

Рис. 4. Распределение хвои по классам повреждения (некрозы), (%)

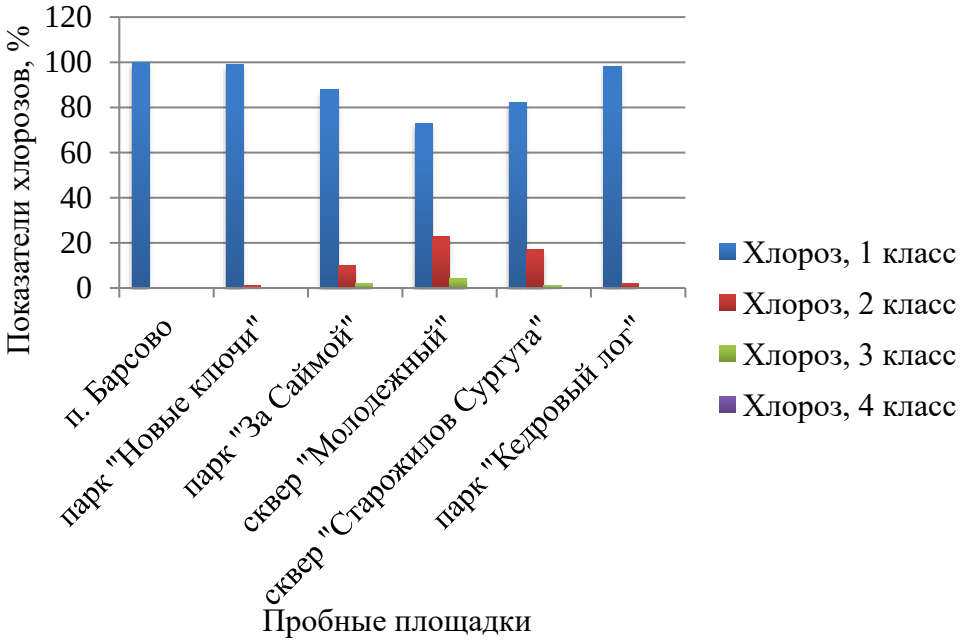

Рис. 5. Распределение хвои по классам усыхания, (%)

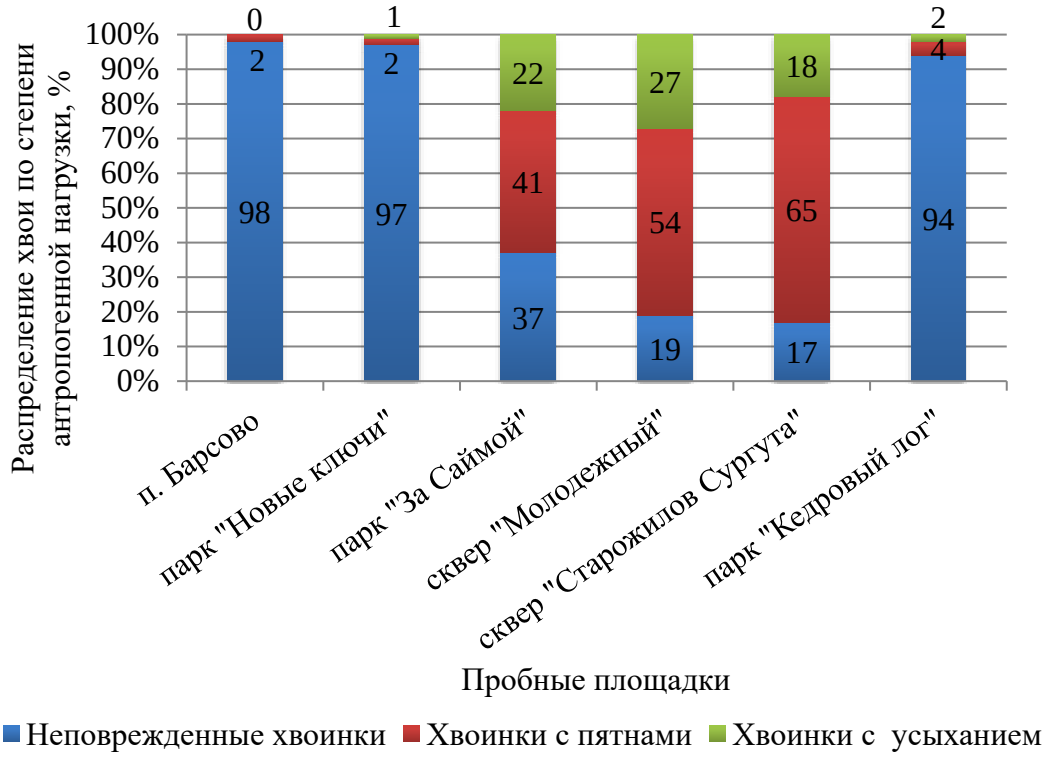

Рис. 6. Состав хвои по степени повреждения

Проведена оценка процентного содержания хвои с различной степенью повреждения: неповрежденные, с пятнами, с усыханием. По результатам, представленным на рисунке 6, процентное соотношение здоровых хвоинок варьировало в диапазоне от 17 до 98%.

Жизненное состояние двухлетней хвои сосны (по показателям частоты встречаемости хлорозов и некрозов) на территории городских лесопарковых зон в сравнении с пригородной зоной существенно хуже. Показательным является расположение городских парков относительно близости к автомагистралям, к примеру, сквер «Молодежный» и парк «Старожилов Сургута» располагаются в обрамлении автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения, что оказывает более значительное техногенное воздействие на состояние хвои. Так доля здоровой, без видимых повреждений хвои составляет всего 17-19%, в то время как для лесов пригородной зоны и слабонарушенной территории эта доля возрастает до 94-98%.

В 2022 году индекс загрязнения атмосферного воздуха в г. Сургут отмечен как «высокий». По сравнению с 2021 годом наблюдался рост значений среднегодовых концентраций формальдегида, сажи и взвешенных веществ с превышением установленного норматива до 3,0 ПДКс.г, 1,6 ПДКс.г и 1,2 ПДКс.г соответственно. По остальным веществам превышения установленных нормативов не зафиксированы. В целом, концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города находидись в пределах нормы [3].

Выводы

1. Определение пылевой нагрузки показало, что наименьшее количество пыли оказалось на хвое, отобранной в парке «Новые ключи» (0,132 мг/м^2). Наибольшее же количество пыли оказалось на поверхности хвои сквера «Молодежный» (0,317 мг/м^2), что связано с высокой антропогенной нагрузкой, вызванной воздействием автотранспорта.

2. Оценка процентного содержания хвои с различной степенью повреждения показала, что процентное соотношение здоровых хвоинок варьировало в диапазоне от 17 до 98%. Жизненное состояние хвои на территории городских лесопарковых зон в сравнении с пригородной зоной существенно хуже. Воздух в наиболее загрязненных участках (парк «за Саймой», сквер «Молодежный, сквер «Старожилов Сургута») обозначен как «загрязненный и грязный».

Список литературы:

1. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева [и др.]; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. – 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

2. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: метод. рекомендации / С.Н. Русак [и др.]; Сургут. гос. ун-т ХМАО – Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – 39 с.

3. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2022 году. – Ханты-Мансийск, 2023. – 236 с.